



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 199 20 448.9  
22 Anmeldetag: 4. 5. 99  
43 Offenlegungstag: 9. 12. 99

30 Unionspriorität:  
P 10-158022 05. 06. 98 JP  
71 Anmelder:  
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP  
74 Vertreter:  
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

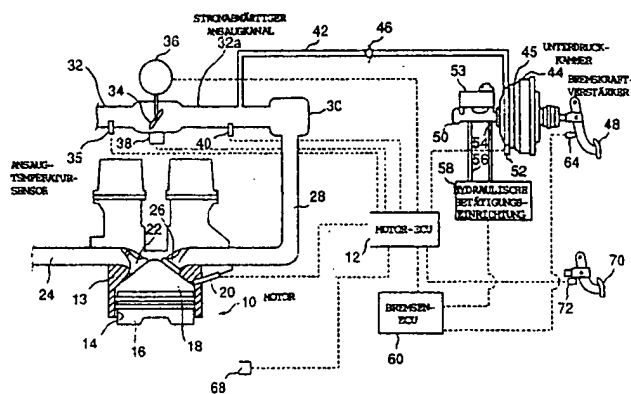
72 Erfinder:  
Watanabe, Ryochi, Toyota, Aichi, JP; Yamada,  
Yoshihisa, Toyota, Aichi, JP; Endo, Hiroaki, Toyota,  
Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Unterdrucksteuervorrichtung für einen Bremskraftverstärker

57 Es ist eine Unterdrucksteuervorrichtung für einen Bremskraftverstärker (44) zur Steuerung eines Unterdrucks in einer Unterdruckkammer (45) des Bremskraftverstärkers vorgesehen. Die Vorrichtung wird auf ein System angewandt, das einen Bremskraftverstärkerauflademechanismus (44, 50, 220) zur Erzeugung eines Flüssigkeitsdrucks unter Verwendung des Unterdrucks in der Unterdruckkammer hat, sowie einen Flüssigkeitsdrucksteuermechanismus (58) zur Steuerung eines Bremsflüssigkeitsdrucks unter Verwendung des Flüssigkeitsdrucks, der von dem Bremskraftverstärkerauflademechanismus erzeugt wird. Die Vorrichtung enthält eine Unterdrucksteuerung zur Steuerung des Unterdrucks in der Unterdruckkammer (44), so daß er zumindest auf einem vorbestimmten Soll-Unterdruck liegt. Ein Temperatursensor (35) erfaßt eine Information hinsichtlich einer Temperatur einer Bremsflüssigkeit. Ein Soll-Unterdruckeinstellteil stellt den vorbestimmten Soll-Unterdruck auf der Grundlage der Temperatur der Bremsflüssigkeit ein.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Unterdrucksteuergerät für einen Bremskraftverstärker und insbesondere bezieht sie sich auf ein Unterdrucksteuergerät zur Steuerung eines Unterdrucks in einem Bremskraftverstärker in einem System, das dazu dient, den Bremsflüssigkeitsdruck durch Erhöhung des Unterdrucks des Bremskraftverstärkers zu erhöhen.

Ein herkömmliche Bremsvorrichtung, die einen Bremskraftverstärker enthält, ist in der Japanischen Patentanmeldungs Offenlegung Nr. 5-208663 offenbart. Der Bremskraftverstärker ist ein Mechanismus, der einen Bremsvorgang unterstützt, indem ein Ansaugkrümmerunterdruck als Energiequelle verwendet wird, so daß eine größere Bremskraft erzeugt werden kann. Die obige Bremsvorrichtung hat die Aufgabe, einen Hauptzylinderdruck durch Erhöhung eines Unterdrucks des Bremskraftverstärkers zu erhöhen, wenn kein Bremsvorgang durchgeführt wird. Im nachfolgenden wird auf diese Funktion als Verstärkeraufladefunktion Bezug genommen.

Die obige Bremsvorrichtung dient ferner zur Durchführung einer automatischen Bremssteuerung zur Erzeugung einer Bremskraft, wenn ein Hindernis vor dem Fahrzeug in einer Situation erfaßt wird, in der kein Bremsvorgang durchgeführt wird. Diese automatische Bremssteuerung wird durch Erhöhung des Hauptzylinderdrucks unter Verwendung der vorstehend genannten Verstärkeraufladefunktion erzielt. Zusätzlich erhöht die obige Bremsvorrichtung den Unterdruck des Bremskraftverstärkers auf einen vorbestimmten Sollwert, wenn die Ausführung der automatischen Bremssteuerung vorausgesagt wird, um die Bremssteuerung wirksam durchzuführen.

Wenn die Temperatur der Bremsflüssigkeit jedoch niedrig ist, tritt eine Verzögerung bei der Übertragung eines Flüssigkeitsdrucks auf die Radbremszylinder aufgrund einer Erhöhung des Viskosewiderstandes der Bremsflüssigkeit auf. Daher kann bei der oben erwähnten herkömmlichen Bremsvorrichtung eine Reaktion der automatischen Bremssteuerung, die den Bremsflüssigkeitsdruck steuert, verzögert werden, wenn die Temperatur niedrig ist.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Unterdrucksteuergerät für einen Bremskraftverstärker zu schaffen, das die Steuerung des Bremsflüssigkeitsdrucks immer mit einer schnellen Ansprechzeit steuern kann, ungeachtet der Temperatur der Bremsflüssigkeit in einem Bremssystem, das die Verstärkeraufladefunktion hat.

Die obige Aufgabe kann durch ein Unterdrucksteuergerät für einen Bremskraftverstärker zur Steuerung eines Unterdrucks in einer Unterdruckkammer eines Bremskraftverstärkers gelöst werden, wobei das Gerät in einem System vorgesehen ist, das einen Verstärkerauflademechanismus zur Erzeugung eines Flüssigkeitsdrucks unter Verwendung des Unterdrucks in der Unterdruckkammer aufweist, sowie einen Flüssigkeitsdrucksteuermechanismus zur Steuerung eines Bremsflüssigkeitsdrucks unter Verwendung des Flüssigkeitsdrucks, der durch den Verstärkerauflademechanismus erzeugt wird, wobei das Gerät die folgenden Bauteile aufweist:

Eine Unterdrucksteuerung zur Steuerung des Unterdrucks in der Unterdruckkammer, damit dieser zumindest auf einem vorbestimmten Soll-Unterdruck liegt;  
einen Temperaturdetektor zur Erfassung von Informationen bezüglich einer Temperatur der Bremsflüssigkeit; und  
ein Soll-Unterdruckeinstellteil zur Einstellung des vorbestimmten Soll-Unterdrucks auf der Basis der Temperatur der Bremsflüssigkeit.

Bei dieser Erfindung steuert die Unterdrucksteuerung den

Unterdruck in der Unterdruckkammer so, daß er zumindest auf einem vorbestimmten Sollwert liegt. Der Verstärkerauflademechanismus erzeugt einen Flüssigkeitsdruck unter Verwendung des Unterdrucks in der Unterdruckkammer und der Flüssigkeitsdrucksteuermechanismus steuert einen Bremsflüssigkeitsdruck durch Verwendung des Flüssigkeitsdrucks, der durch den Verstärkerauflademechanismus erzeugt wurde. Wenn die Temperatur der Bremsflüssigkeit niedrig ist, kann eine Verzögerung bei der Übertragung des Flüssigkeitsdrucks in dem Flüssigkeitsdrucksteuermechanismus aufgrund einer Zunahme der Viskosität der Bremsflüssigkeit auftreten. Wenn eine Verzögerung bei der Übertragung des Flüssigkeitsdrucks auftritt, wird eine Reaktion des Flüssigkeitsdrucksteuermechanismus, der den Bremsflüssigkeitsdruck steuert, verzögert. Gemäß der vorliegenden Erfindung stellt das Soll-Unterdruckeinstellteil den Sollwert auf der Basis der Temperatur der Bremsflüssigkeit ein. In diesem Fall kann der von dem Verstärkerauflademechanismus erzeugte Flüssigkeitsdruck in Abhängigkeit von der Zunahme der Viskosität der Bremsflüssigkeit erhöht werden und auf diese Weise wird die Verzögerung der Übertragung des Flüssigkeitsdrucks kompensiert. Deshalb kann der Bremsflüssigkeitsdruck erfindungsgemäß ungeachtet der Temperatur mit einer schnellen Ansprechzeit gesteuert werden.

Andere Aufgaben und weitere Merkmale der vorliegenden Erfindung werden anhand des Studiums der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den dazugehörigen Zeichnungen offensichtlich.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein Systemaufbau-Schaubild eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist ein Aufbaudiagramm einer hydraulischen Betätigungseinrichtung, die in dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels vorgesehen ist.

Fig. 3 ist ein Schaubild zur Erläuterung eines VSC-Zustandes der hydraulischen Betätigungseinrichtung, die in Fig. 2 gezeigt ist.

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung eines Bremskraftverstärkers, der in dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels vorgesehen ist.

Fig. 5 ist ein Ablaufdiagramm eines Beispiels einer Routine, die von einer Bremsen-ECU im vorliegenden Ausführungsbeispiel ausgeführt wird.

Fig. 6 ist ein Ablaufdiagramm eines Beispiels einer Routine, die durch eine Motor-ECU im vorliegenden Ausführungsbeispiel durchgeführt wird.

Fig. 1 zeigt ein Systemaufbau-Schaubild eines Ausführungsbeispiels gemäß der vorliegenden Erfindung. Das System des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist in einem Fahrzeug vorgesehen. Gemäß Fig. 1 enthält das System einen Motor 10. Der Motor 10 wird durch eine Motor-ECU 12 gesteuert. Der Motor 10 enthält einen Zylinderblock 13. Ein Zylinder 14 ist im Inneren des Zylinderblocks 13 ausgebildet. Der Motor 10 hat mehrere Zylinder, wobei nur ein Zylinder 14 in Fig. 1 gezeigt ist.

In dem Zylinder 14 ist ein Kolben 16 angeordnet. Der Kolben 16 kann sich im Zylinder 14 vertikal bewegen. Im Inneren des Zylinders 14 oberhalb des Kolbens 16 ist eine Verbrennungskammer 18 gebildet. Eine Einspritzöffnung einer Kraftstoffeinspritzdüse 20 liegt zur Verbrennungskammer 18 frei. Die Kraftstoffeinspritzdüse 20 spritzt Kraftstoff in Reaktion auf ein Steuersignal, das von der Motor-ECU 12 geliefert wird, in die Verbrennungskammer 18 ein. Das heißt, der Motor 10 des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist ein Direkteinspritzungsmotor.

Ein Abgasrohr 24 ist über ein Auslaßventil 22 mit der Verbrennungskammer 18 verbunden. Zusätzlich ist ein Ansaugkrümmer 28 über ein Einlaßventil 26 mit der Verbrennungskammer 18 verbunden. Ein Ausgleichsbehälter 30 ist mit einem stromaufwärtigen Ende des Ansaugkrümmers 28 verbunden. Ferner ist ein Ansaugrohr 32 mit einem stromaufwärtigen Ende des Ausgleichsbehälters 30 verbunden.

Eine Drosselklappe 34 ist in dem Ansaugrohr 32 angeordnet. Die Drosselklappe 34 ist mit einem Drosselklappenmotor 36 verbunden. Der Drosselklappenmotor 36 ist elektrisch mit der Motor-ECU 12 verbunden. Der Drosselklappenmotor 36 ändert eine Öffnung der Drosselklappe 34 (im nachfolgenden wird darauf als Drosselklappenöffnung SC Bezug genommen) in Reaktion auf ein Steuersignal, das von der Motor-ECU 12 geliefert wird. Ein Drosselklappenöffnungs-sensor 38 ist nahe der Drosselklappe 34 angeordnet. Der Drosselklappenöffnungs-sensor 38 liefert ein elektrisches Signal in Abhängigkeit von der Drosselklappenöffnung SC an die Motor-ECU 12. Die Motor-ECU 12 erfaßt die Drosselklappenöffnung SC auf der Basis des Signals, das von dem Drosselklappenöffnungs-sensor 38 geliefert wurde.

Ein Ansaugtemperatursensor 35 ist in dem Ansaugrohr 32 an einer Position stromaufwärts von der Drosselklappe 34 angeordnet. Der Ansaugtemperatursensor 35 liefert ein elektrisches Signal in Abhängigkeit von einer Temperatur der Ansaugluft (im nachfolgenden wird darauf als Ansaugtemperatur T Bezug genommen) an die Motor-ECU 12. Die Motor-ECU 12 erfaßt die Ansaugtemperatur T auf der Basis des Signals, das von dem Ansaugtemperatursensor 35 geliefert wird.

In dem Ansaugrohr 32 ist an einer Position stromabwärts von der Drosselklappe 34 ein Ansaugdrucksensor 40 angeordnet. Im nachfolgenden wird dieser Teil des Ansaugrohrs 32 als stromabwärtiger Ansaugkanal 32a bezeichnet. Der Ansaugdrucksensor 40 liefert in Abhängigkeit von einem Unterdruck in dem stromabwärtigen Ansaugkanal 32a ein elektrisches Signal an die Motor-ECU 12 (im nachfolgenden wird darauf als Ansaugkrümmerunterdruck PM Bezug genommen). Die Motor-ECU 12 erfaßt den Ansaugkrümmerunterdruck PM auf der Basis des Signals, das von dem Ansaugdrucksensor 40 geliefert wird.

Ein Ende eines Unterdruckversorgungs-kanal 42 ist mit dem stromabwärtigen Ansaugkanal 32a verbunden. Das andere Ende des Unterdruckversorgungs-kanal 42 ist mit einer Unterdruckkammer eines Bremskraftverstärkers 44 verbunden. Im nachfolgenden wird die Unterdruckkammer des Bremskraftverstärkers 44 als Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 bezeichnet.

In dem Unterdruckversorgungs-kanal 42 ist ein Absperrventil 46 angeordnet. Das Absperrventil 46 ist ein Einwegventil, das eine Luftströmung nur in einer Richtung von der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 zum stromabwärtigen Ansaugkanal 32a zuläßt. Auf diese Weise wird der Bremskraftverstärkerunterdruck PB solange erhöht, bis er sich dem Ansaugkrümmerdruck PM angeglichen hat, wenn der Ansaugkrümmerunterdruck PM größer als ein Unterdruck in der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 (im nachfolgenden wird darauf als Bremskraftverstärkerunterdruck PB Bezug genommen) ist. Wenn der Ansaugkrümmerunterdruck PM andererseits kleiner als der Bremskraftverstärkerunterdruck PB ist, wird Luft daran gehindert, aus dem stromabwärtigen Ansaugkanal 32a in die Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 zu strömen und es wird verhindert, daß der Bremskraftverstärkerunterdruck PB verringert wird.

Es soll betont werden, daß bei der vorliegenden Beschreibung ein "Unterdruck" durch einen Differenzdruck relativ

zum Umgebungskdruck dargestellt wird. Somit bedeutet der Ausdruck, daß "ein Unterdruck groß ist", daß der Differenzdruck relativ zum Umgebungsdruck groß ist, das heißt, daß ein Absolutdruck klein ist.

Der Bremskraftverstärker 44 ist mit einem Bremspedal 48 und einem Hauptzylinder 50 verbunden. Der Bremskraftverstärker 44 unterstützt einen Vorgang des Bremspedals 48 durch Verwendung des Bremskraftverstärkerunterdrucks PB als Engiequelle, so daß ein höherer Flüssigkeitsdruck in den Flüssigkeitskammern des Hauptzylinders 50 erzeugt wird. Im nachfolgenden wird der Flüssigkeitsdruck, der in den Flüssigkeitskammern des Hauptzylinders 50 erzeugt wird, als Hauptzylinderdruck  $P_{M/C}$  bezeichnet.

In der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 ist ein Bremskraftverstärkerdrucksensor 52 angeordnet. Der Bremskraftverstärkerdruck 52 liefert ein elektrisches Signal an die Motor-ECU 12 in Abhängigkeit von dem Bremskraftverstärkerunterdruck PB. Die Motor-ECU-12 erfaßt den Bremskraftverstärkerunterdruck PB auf der Basis des Signals, das von dem Bremskraftverstärkerdrucksensor 52 geliefert wird.

Ein Speichertank 53 ist auf der Oberseite des Hauptzylinders 50 angeordnet. Zusätzlich ist eine hydraulische Betätigungseinrichtung 58 über Flüssigkeitsdruckkanäle 54 und 56 jeweils mit Flüssigkeitskammern des Hauptzylinders 50 verbunden. Die hydraulische Betätigungseinrichtung 58 wird von einer Bremsen-ECU 60 gesteuert. Der Aufbau und die Funktionen der hydraulischen Betätigungseinrichtung 58 und des Bremskraftverstärkers 44 werden später detailliert beschrieben.

Ein Bremsschalter 64 ist nahe des Bremspedals 48 angeordnet. Der Bremsschalter 64 liefert nur dann ein EIN-Signal an die Bremsen-ECU 60, wenn das Bremspedal 48 herabgedrückt wird. Die Bremsen-ECU 60 stellt auf der Basis des Signals, das von dem Bremsschalter 64 geliefert wird, fest, ob ein Bremsvorgang durchgeführt wird oder nicht.

Ein Drehzahlsensor 68 ist am Motor 10 vorgesehen. Der Drehzahlsensor 68 liefert ein Pulssignal an die Motor-ECU 12 in Abhängigkeit von einer Drehzahl Ne des Motors 10. Die Motor-ECU 12 erfaßt die Drehzahl Ne auf der Basis des Signals, das von dem Drehzahlsensor 68 geliefert wird.

Ein Beschleunigungseinrichtungsoffnungs-sensor 72 ist in der Nähe des Gaspedals 70 vorgesehen. Der Beschleunigungseinrichtungsoffnungs-sensor 72 liefert ein elektrisches Signal an die Motor-ECU 12 in Abhängigkeit von einem Weg des Bremspedals 70 (im nachfolgenden wird darauf als Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC gesprochen). Die Motor-ECU 12 erfaßt die Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC auf der Basis des Signals, das von dem Beschleunigungseinrichtungsoffnungs-sensor 72 geliefert wird.

Nun folgt eine Beschreibung des Aufbaus und der Funktion der hydraulischen Betätigungseinrichtung 58. Fig. 2 zeigt einen schematischen Aufbau der hydraulischen Betätigungseinrichtung 58. Gemäß Fig. 2 enthält die hydraulische Betätigungseinrichtung 58 einen Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100, der mit dem Flüssigkeitsdruckkanal 56 verbunden ist, und einen Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102, der mit dem Flüssigkeitsdruckkanal 54 verbunden ist. Ein Flüssigkeitsdrucksensor 103 ist in dem Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 angeordnet. Der Flüssigkeitsdrucksensor 103 liefert ein elektrisches Signal an die Bremsen-ECU 60 in Abhängigkeit von einem Flüssigkeitsdruck in dem Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 (das heißt, dem Hauptzylinderdruck  $P_{M/C}$ ). Die Bremsen-ECU 60 erfaßt den Hauptzylinderdruck  $P_{M/C}$  auf der Basis des Signals, das von dem Flüssigkeitsdrucksensor 103 geliefert wird.

Der Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und der Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 sind jeweils mit einem Front-

hauptideck-Magnetventil (im nachfolgenden wird darauf auf SMF Bezug genommen) 104 und einem Rückhauptideck-Magnetventil (im nachfolgenden wird darauf auf SMR Bezug genommen) 106 verbunden. Das SMF 104 ist mit einem Flüssigkeitsdruckkanal 108 verbunden, der einem rechten Vorderrad FR entspricht, und mit einem Flüssigkeitsdruckkanal 110, der einem linken Vorderrad FL entspricht. In ähnlicher Weise ist das SMR mit einem Flüssigkeitsdruckkanal 112 verbunden, der einem rechten Hinterrad RR entspricht, und mit einem Flüssigkeitsdruckkanal 114, der einem linken Hinterrad RL entspricht.

Das SMF 104 und das SMR 106 haben jeweils Überdruckventile 116 und 118 darin vorgesehen. Das SMF verbindet den Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und die Flüssigkeitsdruckkanäle 108, 110 in einem AUS-Zustand direkt, und es verbindet den Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und die Flüssigkeitsdruckkanäle 108, 110 über das Überdruckventil 116 in einem EIN-Zustand. In ähnlicher Weise verbindet das SMR 106 den Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 106 und die Flüssigkeitsdruckkanäle 112, 114 in einem AUS-Zustand direkt, und es verbindet den Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 und die Flüssigkeitsdruckkanäle 112, 114 über das Überdruckventil 118 in einem EIN-Zustand. Die Überdruckventile 116 und 118 sind geöffnet, wenn die Flüssigkeitsdrücke in den Flüssigkeitsdruckkanälen 108, 110 und den Flüssigkeitsdruckkanälen 112, 114 jeweils um einen vorbestimmten Überdruck  $P_r$  höher als die Flüssigkeitsdrücke in dem Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und dem Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 sind.

Absperrventile 120 und 122 sind jeweils parallel zu dem SMF 104 und dem SMR 106 vorgesehen. Die Absperrventile 120 und 122 sind Einwegeventile, die eine Strömung der Bremsflüssigkeit jeweils von dem Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und dem Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 zu den Flüssigkeitsdruckkanälen 108, 110 und den Flüssigkeitsdruckkanälen 112, 114 zulassen.

Die Flüssigkeitsdruckkanäle 108, 110, 112, 114 sind jeweils mit einem Haltemagnetventil für das rechte Vorderrad (im nachfolgenden wird darauf als SFRH Bezug genommen) 124, einem Haltemagnetventil für das linke Vorderrad (auch im nachfolgenden wird darauf als SFLH Bezug genommen) 126, einem Magnetventil für das rechte Hinterrad (im nachfolgenden wird darauf als SRRH Bezug genommen) 128 und einem Magnetventil für das linke Hinterrad (im nachfolgenden wird darauf als SRLH Bezug genommen) 130 verbunden. Das SFRH 124, das SFLH 126, das SRRH 128 und SRLH 130 sind jeweils mit Radbremszylindern 132, 134, 136, 138 verbunden.

Das SFRH 124 ist ein Magnetventil mit zwei Stellungen, das den Flüssigkeitsdruckkanal 108 und den Radbremszylinder 132 in einem AUS-Zustand verbindet und den Flüssigkeitsdruckkanal 108 und den Radbremszylinder 132 im EIN-Zustand trennt. Ähnlich verbinden das SFLH 126, SRRH 128 und SRLH 130 jeweils die Fluiddruckkanäle 110, 112, 114 und die Radbremszylinder 134, 136, 138 in einem AUS-Zustand und trennen die Fluiddruckkanäle 110, 112, 114 und die Radbremszylinder 134, 136, 138 jeweils in einem EIN-Zustand.

Absperrventile 140, 142, 144, 146 sind jeweils parallel zu SFRH 124, SFLH 126, SRRH 128 und SRLH 130 vorgesehen. Die Absperrventile 140, 142, 144, 146 sind Einwegeventile, die eine Strömung einer Bremsflüssigkeit von den Radbremszylindern 132, 134, 136, 138 jeweils zu den Fluiddruckkanälen 108, 110, 112 und 114 zulassen.

Ein Magnetventil zur Druckverringern am rechten Vorderrad (im nachfolgenden darauf als SFRR Bezug genommen) 148, ein Magnetventil zur Druckreduzierung am linken Vorderrad (im nachfolgenden wird darauf als SFLR Be-

zug genommen) 150, ein Magnetventil zur Druckverringern am rechten Hinterrad (im nachfolgenden wird darauf als SRRR Bezug genommen) 152 und ein Magnetventil zur Druckreduzierung am linken Hinterrad (im nachfolgenden wird darauf als SRLR Bezug genommen) 154 sind jeweils mit den Radbremszylindern 132, 134, 136 und 138 verbunden. Ein vorderer Speicher 156 ist mit dem SFRR 148 und dem SFLR 150 verbunden, und ein hinterer Speicher 158 ist mit dem SRRR 152 und dem SRLR 154 verbunden.

Das SFRR 148 und das SFLR 150 sind Magnetventile mit zwei Stellungen, die jeweils die Radbremszylinder 132, 134 der Vorderräder und den vorderen Speicher 156 in einen AUS-Zustand trennen, und die jeweils die Radbremszylinder 132, 134 und den vorderen Speicher 156 in einen EIN-Zustand verbinden. Ähnlich sind das SRRR 152 und das SRLR 154 Magnetventile mit zwei Stellungen, die jeweils die Radbremszylinder 136, 138 der Hinterräder und den hinteren Speicher 158 in einem AUS-Zustand trennen, und die jeweils die Radbremszylinder 136, 138 und den hinteren Speicher 158 in einem EIN-Zustand verbinden.

Im nachfolgenden können SFRH 124, SFLH 126, SRRH 128 und SRLH 130 insgesamt als "Haltemagnetventile S\*\*H" bezeichnet werden. Zusätzlich können die SFRR 148, SFLR 150, SRRR 152 und SRLR 154 insgesamt als "Druckverringernsmagnetventile S\*\*R" bezeichnet werden.

Der Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und der Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 sind ferner jeweils mit einem vorderen Hauptaufpumpmagnetventil (im nachfolgenden wird darauf als SRMF Bezug genommen) 160 und einem hinteren Hauptaufpump-Magnetventil (im nachfolgenden wird darauf als SRMR Bezug genommen) 162 verbunden. Das SRMF 160 ist mit einem Einlaß einer vorderen Pumpe 164 verbunden. Der Einlaß der vorderen Pumpe 164 ist über ein Absperrventil 166 mit dem vorderen Speicher 156 verbunden. Das Absperrventil 166 ist ein Einwegeventil, das eine Strömung einer Bremsflüssigkeit von dem vorderen Speicher 156 zur vorderen Pumpe 164 zuläßt. Ein Auslaß der vorderen Pumpe 164 ist über einen Dämpfer 168 mit Flüssigkeitsdruckkanälen 108, 110 verbunden. Ähnlich ist das SRMR 162 mit einem Einlaß einer hinteren Pumpe 170 verbunden. Der Einlaß der hinteren Pumpe 170 ist über ein Absperrventil 172 mit dem hinteren Speicher 158 verbunden. Das Absperrventil 172 ist ein Einwegeventil, das eine Strömung einer Bremsflüssigkeit von dem hinteren Speicher 158 zur hinteren Pumpe 170 zuläßt. Ein Auslaß der hinteren Pumpe 170 ist über einen Dämpfer 174 mit den Flüssigkeitsdruckkanälen 112, 114 verbunden.

In der Nähe des rechten Vorderrades FR, des linken Vorderrades FL, des rechten Hinterrades RR und des linken Hinterrades RL sind Radgeschwindigkeitssensoren 176, 178, 180 und 182 vorgesehen. Die Radgeschwindigkeitssensoren 176, 178, 180 und 182 liefern Pulssignale an die Bremsen-ECU 60 in Abhängigkeit von einer Radgeschwindigkeit VW eines jeden Rades. Die Bremsen-ECU 60 erfaßt die Radgeschwindigkeiten VW auf der Basis der Signale, die von den Radgeschwindigkeitssensoren 176, 178, 180 und 182 geliefert wurden.

Im nachfolgenden erfolgt eine Beschreibung eines Betriebes der hydraulischen Betätigungseinrichtung 58. Das System des vorliegenden Ausführungsbeispiels kann (i) eine reguläre Bremsfunktion zur Erzeugung einer Bremskraft in Abhängigkeit von dem Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  erzielen, (ii) eine ABS-Funktion zur Verhinderung eines Blockierens der Räder, (iii) eine VSC-Funktion zur Stabilisierung des Fahrzeugverhaltens auf der Basis der Bremskraft, und (iv) eine TRC-Funktion zur Verhinderung eines Schlupfs der Räder aufgrund eines übermäßigen Antriebsdrehmoments.

Die reguläre Bremsfunktion kann dadurch erzielt werden, daß alle Magnetventile, die in der hydraulischen Betätigungseinrichtung 58 gemäß Fig. 2 vorgesehen sind, ausgeschaltet werden und daß ferner die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 ausgeschaltet werden. Im nachfolgenden wird der Zustand in Fig. 2 als regulärer Bremszustand bezeichnet.

Im regulären Bremszustand gemäß Fig. 2 ist der Radbremszylinder 132 des rechten Vorderrades FR über den Flüssigkeitsdruckkanal 108 und den Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 mit dem Hauptzylinder 50 verbunden. Zusätzlich ist der Radbremszylinder 134 des linken Vorderrades RL über den Flüssigkeitsdruckkanal 110 und den Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 mit dem Hauptzylinder 50 verbunden. Ähnlich ist der Radbremszylinder 136 des rechten Hinterrades RR über den Flüssigkeitsdruckkanal 112 und den Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 mit dem Hauptzylinder 50 verbunden und der Radbremszylinder 138 des linken Hinterrades RL ist über den Flüssigkeitsdruckkanal 114 und den Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 mit dem Hauptzylinder 50 verbunden. In diesem Zustand wird ein Flüssigkeitsdruck in den Radbremszylindern 132 bis 138 (im nachfolgenden wird darauf als Radbremszylinderdruck  $P_{W/C}$  Bezug genommen) so gesteuert, daß er gleich dem Hauptzylinderdruck  $P_{M/C}$  ist. Auf diese Weise kann die reguläre Bremsfunktion gemäß dem regulären Bremszustand, der in Fig. 2 gezeigt ist, erzielt werden.

Die ABS-Funktion kann dadurch erzielt werden, daß die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 eingeschaltet werden, und daß die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  und die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  in Abhängigkeit von einem Schlupfzustand eines jeden Rades betätigt werden. Im nachfolgenden wird auf die Steuerung zur Erzielung der ABS-Funktion im vorliegenden Ausführungsbeispiel als ABS-Steuerung Bezug genommen.

Die Bremsen-ECU 60 beginnt die ABS-Steuerung, wenn das Bremspedal 48 herabgedrückt ist und in einem der Räder eine übermäßige Schlupfrate erfaßt wurde. Während die ABS-Steuerung ausgeführt wird, wird der von dem Herabdrücken des Bremspedals 48 erhöhte Hauptzylinderdruck  $P_{M/C}$  jeweils über den Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 und den Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 in die Flüssigkeitsdruckkanäle 108, 110, die den Vorderrädern entsprechen, und den Flüssigkeitsdruckkanälen 112, 114, die den Hinterrädern entsprechen, eingeleitet. Wenn in einer solchen Situation, in der die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  geöffnet sind und die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  geschlossen sind, wird der Radbremszylinderdruck  $P_{W/C}$  für jedes Rad zum Hauptzylinderdruck  $P_{M/C}$  erhöht. Im nachfolgenden wird dieser Zustand als ein ABS-Druckerhöhungsmodus bezeichnet.

Wenn sowohl die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  als auch die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  während der Ausführung der ABS-Steuerung geschlossen sind, wird der Radbremszylinderdruck  $P_{W/C}$  für jedes Rad aufrechterhalten. Im nachfolgenden wird dieser Zustand als ein ABS-Haltemodus bezeichnet. Zusätzlich, wenn die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  geschlossen sind und die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  während der Ausführung der ABS-Steuerung geöffnet sind, wird der Radbremszylinderdruck  $P_{W/C}$  für jedes Rad verringert. Im nachfolgenden wird dieser Zustand als ein ABS-Druckverringermodus bezeichnet.

Die Bremsen-ECU 60 steuert die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  und die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  in Abhängigkeit von einem Schlupfzustand eines jeden Rades, so daß der ABS-Druckerhöhungsmodus, der ABS-Haltemodus und der ABS-Druckverringermodus für jedes Rad während der Ausführung der ABS-Steuerung in geeigneter

Weise erzielt wird. Wenn die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  und die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  wie vorstehend beschrieben gesteuert werden, wird der Radbremszylinderdruck  $P_{W/C}$  für alle Räder gesteuert, so daß er ein Druck ist, der keine übermäßige Schlupfrate in dem jeweiligen Rad erzeugt. Auf diese Weise kann die ABS-Funktion gemäß der oben beschriebenen Steuerung in dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels erzielt werden.

Wenn der ABS-Druckverringermodus während der Ausführung der ABS-Steuerung erzielt wird, strömt die Bremsflüssigkeit aus den Radbremszylindern 132 bis 138 in den vorderen Speicher 156 und den hinteren Speicher 158. Die Bremsflüssigkeit, die in den vorderen Speicher 156 und den hinteren Speicher 158 geströmt ist, wird durch die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 gepumpt und zu den Flüssigkeitsdruckkanälen 108, 110, 112 und 114 geliefert.

Ein Teil der zu den Flüssigkeitsdruckkanälen 108, 110, 112 und 114 gelieferten Bremsflüssigkeit strömt in die Radbremszylinder 132 bis 138, wenn der ABS-Druckerhöhungsmodus erhalten wird. Die übrige Bremsflüssigkeit strömt in den Hauptzylinder 50, um die Bremsflüssigkeit zu kompensieren, die herausgeströmt ist. Auf diese Weise wird während der Ausführung der ABS-Steuerung gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kein übermäßiger Weg des Bremspedals 40 erzeugt.

Die VSC-Funktion kann durch Steuerung des Radbremszylinderdrucks  $P_{W/C}$  unter Verwendung der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 als Flüssigkeitsdruckquelle in einer Situation erhalten werden, in der das Bremspedal 48 nicht herabgedrückt wird. Im nachfolgenden wird eine Steuerung zur Erzielung der VSC-Funktion als eine VSC-Steuerung bezeichnet. Die Bremsen-ECU 60 stellt fest, ob ein instabiler Trend bzgl. des Fahrzeugverhaltens erzeugt wird oder nicht, beispielsweise hinsichtlich einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einer Beschleunigung, einer Seitenbeschleunigung oder einer Gierrate. Wenn festgestellt wird, daß ein instabiler Trend im Fahrzeugverhalten erzeugt wird, beginnt die Bremsen-ECU 60 mit der VSC-Steuerung. Die VSC-Steuerung wird durch Einschalten des SMF 104, des SMR 106, des SRMF 160 und des SRMR 162 erreicht, wie in Fig. 3 gezeigt ist, und ebenso durch Einschalten der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 und durch Betätigung der Haltemagnetventile  $S^{**H}$  und der Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  in Abhängigkeit von einem Fahrzeugverhalten. Im nachfolgenden wird der Zustand gemäß Fig. 3 als ein VSC-Zustand bezeichnet.

In dem VSC-Zustand gemäß Fig. 3 ist der Einlaß der vorderen Pumpe 164 über den Vorderradflüssigkeitsdruckkanal 100 mit dem Hauptzylinder 50 verbunden und der Auslaß der vorderen Pumpe 164 wird von dem Hauptzylinder 50 solange getrennt, solange ein Auslaßdruck der vorderen Pumpe 164 den Überdruck  $P_r$  des Überdruckventils 116 nicht überschreitet. Ähnlich wird im VSC-Zustand der Einlaß der hinteren Pumpe 170 über den Hinterradflüssigkeitsdruckkanal 102 mit dem Hauptzylinder 50 verbunden und der Auslaß der hinteren Pumpe 170 wird solange von dem Hauptzylinder 50 getrennt, solange ein Auslaßdruck der hinteren Pumpe 170 den Überdruck  $P_r$  des Überdruckventils 118 nicht überschreitet. Auf diese Weise wird die Bremsflüssigkeit in dem Hauptzylinder 50 durch die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 jeweils zu den Flüssigkeitsdruckkanälen 108, 110 und den Flüssigkeitsdruckkanälen 112, 114 gepumpt.

In einer solchen Situation, wenn die Haltemagnetventile  $S^{**H}$  geöffnet sind und die Druckverringermagnetventile  $S^{**R}$  geschlossen sind, werden die Radbremszylinder 132 bis 138 jeweils mit den Flüssigkeitsdruckkanälen 108

bis 114 verbunden. In diesem Fall wird die Bremsflüssigkeit, die durch die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 zu den Flüssigkeitsdruckkanälen 108 bis 114 gepumpt wird, an die Radbremszylinder 132 bis 138 geliefert und somit wird der Radbremszylinderdruck  $P_{WC}$  für jedes Rad erhöht. Im nachfolgenden wird dieser Zustand als ein VSC-Druckerhöhungsmodus bezeichnet.

Wenn sowohl die Haltemagnetventile  $S^{**}H$  als auch die Druckverringermagnetventile  $S^{**}R$  in dem VSC-Zustand geschlossen sind, wird der Radbremszylinderdruck  $P_{WC}$  aufrecht erhalten. Im nachfolgenden wird dieser Zustand als ein VSC-Haltemodus bezeichnet. Zusätzlich, wenn die Haltemagnetventile  $S^{**}H$  im VSC-Zustand geschlossen sind und die Druckverringermagnetventile  $S^{**}R$  geöffnet sind, werden die Radbremszylinder 132 bis 138 mit dem vorderen Speicher 156 oder dem hinteren Speicher 158 verbunden und auf diese Weise wird der Radbremszylinderdruck  $P_{WC}$  für jedes Rad verringert. Im nachfolgenden wird dieser Zustand als ein VSC-Druckverringermodus bezeichnet.

Die Bremsen-ECU 60 betätigt die Haltemagnetventile  $S^{**}H$  und die Druckverringermagnetventile  $S^{**}R$  in Abhängigkeit von einem Verhalten des Fahrzeugs, so daß der VSC-Druckerhöhungsmodus, der VSC-Haltemodus und der VSC-Druckverringermodus für jedes der Räder während der Ausführung VSC-Steuerung geeignet erzielt werden. Wenn die Haltemagnetventile  $S^{**}H$  und die Druckverringermagnetventile  $S^{**}R$  gesteuert werden, wie vorstehend beschrieben wurde, wird der Radbremszylinderdruck  $P_{WC}$  für alle Räder auf einen Druck gesteuert, der das instabile Verhalten des Fahrzeugs unterdrücken kann. Auf diese Weise kann die VSC-Funktion gemäß der oben beschriebenen Steuerung in dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels verwirklicht werden.

Ähnlich zur VSC-Steuerung wird die TRC-Funktion durch Steuerung des Radbremszylinderdrucks  $P_{WC}$  für jedes Rad unter Verwendung der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 als Flüssigkeitsdruckquelle in einer Situation erreicht, in der das Bremspedal 48 nicht herabgedrückt wird. Im nachfolgenden wird eine Steuerung zur Erzielung der TRC-Funktion als TRC-Steuerung bezeichnet. Die Bremsen-ECU 60 beginnt mit der TRC-Steuerung, wenn das Gaspedal 70 betätigt wird und ein übermäßiger Schlupf an irgendeinem der Räder erfaßt wird. Bei der TRC-Steuerung werden der VSC-Druckerhöhungsmodus, der VSC-Haltemodus und der VSC-Druckverringermodus für jedes der Räder verwirklicht, so daß die Schlupfrate eines jeden Rades einen vorbestimmten Wert nicht überschreitet. In diesem Fall wird der Radbremszylinderdruck  $P_{WC}$  von allen Rädern auf einen Druck gesteuert, der keine übermäßige Schlupfrate aufgrund eines Antriebsdrehmoments erzeugt. Auf diese Weise kann gemäß der oben beschriebenen Steuerung die TRC-Funktion in dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels verwirklicht werden.

Wie vorstehend beschrieben wurde, wird die VSC-Steuerung oder die TRC-Steuerung durch Pumpen der Bremsflüssigkeit von dem Hauptzylinder 50 durch die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 einer Situation verwirklicht, in der das Bremspedal 48 nicht herabgedrückt wird. Wenn der Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  immer einer Herabdrückungskraft entspricht, die auf das Bremspedal 48 aufgebracht wird, wird der Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  nicht erhöht, wenn das Bremspedal 48 nicht herabgedrückt wird. Wenn die VSC-Steuerung oder die TRC-Steuerung in diesem Fall ausgeführt wird, werden die vordere Pumpe 164 und die hintere Pumpe 170 mit einem Einlaßflüssigkeitsdruck beschrieben, der niedrig ist. Andererseits haben Kanäle von

dem Hauptzylinder 50 zum Einlaß der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 einen relativ hohen Widerstand für die Bremsflüssigkeit, die hindurchströmt, aufgrund der Öffnungen im Inneren des Hauptzylinders 50 und der hydraulischen Betätigungseinrichtung 58. Somit können diese Pumpen nicht die erwartete Ausstoßfunktion erfüllen, sofern kein ausreichender Flüssigkeitsdruck an die Einlässe der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 geliefert wird. In diesem Fall wird das Ansprechempfindlichkeitsniveau der VSC-Steuerung oder der TRC-Steuerung bei der Steuerung des Radbremszylinderdrucks  $P_{WC}$  gesenkt.

Um ein solches Problem zu vermeiden hat der Bremskraftverstärker 44 des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Funktion zur Erhöhung des Hauptzylinderdrucks  $P_{MC}$  in einer Situation, in der das Bremspedal 48 nicht herabgedrückt wird. Im nachfolgenden wird diese Funktion des Bremsverstärkers 44 als eine Bremsverstärkeraufladefunktion bezeichnet.

Wenn erwartet wird, daß die VSC-Steuerung oder die TRC-Steuerung gestartet wird, erhöht die Bremsen-ECU 60 den Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  durch Verwendung der Bremsverstärkeraufladefunktion des Bremsverstärkers 44. Auf diese Weise kann gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel unter Druck stehende Bremsflüssigkeit zu einer Zeit an die Einlässe der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 geliefert werden, zu der die VSC-Steuerung oder die TRC-Steuerung gestartet wird, so daß der Radbremszylinderdruck  $P_{WC}$  für jedes Rad mit einem hohen Ansprechempfindlichkeitsniveau gesteuert werden kann.

Nun folge eine Beschreibung des Bremskraftverstärkers 44 unter Bezugnahme auf Fig. 4. Fig. 4 ist eine schematische Darstellung des Bremskraftverstärkers 44.

Gemäß Fig. 4 hat der Bremskraftverstärker 44 ein Gehäuse 200. Eine Membran 202 ist im Inneren des Gehäuses 200 angeordnet. Die eingangs erwähnte Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 wird im Inneren des Gehäuses 200 auf der linken Seite der Membran 202 in Fig. 4 gebildet. Eine Bremskraftverstärkerumgebungsdruckkammer 204 wird gemäß Fig. 4 im Inneren des Gehäuses 200 auf der rechten Seite der Membran 202 gebildet. Wie vorstehend erwähnt, ist der Unterdruckversorgungs kanal 42 mit der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 verbunden und der Bremskraftverstärkerdrucksensor 52 ist in der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer vorgesehen.

Ein Unterdruckservomechanismus 206 ist mit der Membran 202 verbunden. Ein Ende einer Betätigungsstange 208 ist mit dem Unterdruckservomechanismus 206 verbunden. Das andere Ende der Betätigungsstange 208 ist mit dem Bremspedal 48 verbunden. Wenn das Bremspedal 48 herabgedrückt wird, wird die Herabdrückungskraft über die Betätigungsstange 208 auf den Unterdruckservomechanismus 206 übertragen. Der Unterdruckservomechanismus 206 erzeugt einen Differentialdruck zwischen der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 und der Bremskraftverstärkerumgebungsdruckkammer 204 entsprechend der Bremspedalherabdrückungskraft durch Einführen von Umgebungsluft in die Bremskraftverstärkerumgebungsdruckkammer 204 in Abhängigkeit von der übertragenen Bremspedalherabdrückungskraft in einer ähnlichen Art und Weise wie bei einem herkömmlichen Bremskraftverstärker.

Ein zweite Membran 214 ist in der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 vorgesehen. Die zweite Membran 214 wird durch ein zylindrisches Stützbauteil 212 auf der Membran 202 abgestützt. Die Membran 202, das Stützbauteil 212 und die zweite Membran 214 bilden eine zweite Unterdruckkammer 216. Ein Ende einer Schiebestange 217 ist



mit der zweiten Membran 214 verbunden. Das andere Ende der Schiebestange 217 ist mit einem Kolben des Hauptzylinders 50 verbunden.

Wie vorstehend beschrieben wurde, wird dann, wenn das Bremspedal 48 herabgedrückt wird, ein Differentialdruck zwischen der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 und der Bremskraftverstärkerumgebungsdruckkammer 204 entsprechend der Bremspedalherabdrückungskraft erzeugt. In diesem Falle werden die Pedalherabdrückungskraft und eine Kraft, die dem Differentialdruck entspricht, gleichzeitig auf die Membran 202 aufgebracht. Diese Kräfte werden über die zweite Membran 214 auf die Schiebestange 217 übertragen und auf diese Weise wird ein Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$ , der ein vorbestimmtes Leistungsverhältnis in Bezug auf die Bremspedalherabdrückungskraft hat, erzeugt. Auf diesem Wege kann der Bremskraftverstärker 44 einen großen Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  durch Unterstützen der Herabdrückung des Bremspedals 48 erzeugen.

Gemäß Fig. 4 wird ein Ende eines Schaltkanals 218 mit einer zweiten Unterdruckkammer 216 verbunden. Zusätzlich wird ein Ende eines Unterdruckkanals 222 mit der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 verbunden. Die anderen Enden des Schaltkanals 218 und des Unterdruckkanals 222 sind mit einem Schaltventil 220 verbunden, das außerhalb des Gehäuses 200 angeordnet ist. Das Schaltventil 220 ist ein Magnetventil, das zwei Schaltpositionen und drei Öffnungen 220a, 220b und 220c hat. Das Schaltventil 220 schließt die Öffnung 220c und verbindet die Öffnungen 220a und 220b in einem AUS-Zustand und es schließt die Öffnung 220b und verbindet die Öffnungen 220a und 220c in einem EIN-Zustand. Der EIN/AUS-Zustand des Schaltventils 220 wird durch die Bremsen-ECU 60 gesteuert.

Der oben beschriebene Schaltkanal 218 wird mit der Öffnung 220a des Schaltventils 220 verbunden. Zusätzlich wird der oben erwähnte Unterdruckkanal 222 mit der Öffnung 220b des Schaltventils 220 verbunden. Ferner wird ein Umgebungsdruckkanal 224 mit der Öffnung 220c des Schaltventils 220 verbunden. Der Umgebungsdruckkanal 224 ist zur Umgebungsatmosphäre hin offen.

In einer regulären Situation hält die Bremsen-ECU 60 das Schaltventil 220 in einem AUS-Zustand. Wenn sich das Schaltventil 220 in einem AUS-Zustand befindet, wird der Unterdruck in der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 über den Unterdruckkanal 222, das Schaltventil 220 und den Schaltkanal 218 in die zweite Unterdruckkammer 216 eingeführt. In diesem Fall wird kein Differentialdruck auf irgendeiner Seite der zweiten Membran 214 erzeugt.

Wenn ein Verhalten des Fahrzeugs einen vorbestimmten instabilen Zustand erreicht hat, oder wenn eine Schlupfrate irgendeines der Räder einen vorbestimmten Grenzwert erreicht hat, sieht die Bremsen-ECU 60 eine Ausführung der VSC-Steuerung oder der TRC-Steuerung voraus und schaltet das Schaltventil 220 ein. Wenn das Schaltventil 220 eingeschaltet wird, wird Umgebungsluft über den Umgebungsluftkanal 224, das Schaltventil 220 und den Schaltkanal 218 in die zweite Unterdruckkammer 216 eingeführt. In diesem Fall wird ein Unterdruck zwischen der zweiten Unterdruckkammer 216 und der Bremskraftverstärkerunterdruckkammer 45 erzeugt. Eine Kraft, die diesem Differentialdruck entspricht, wird in eine Richtung zum Hauptzylinder 50 hin auf die Schiebestange 217 übertragen und auf diese Weise wird der Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  erhöht. Im nachfolgenden wird ein Zustand, in dem der Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  durch Einschalten des Schaltventils 220 erhöht wird, als ein Bremskraftverstärkeraufladezustand bezeichnet.

Wie vorstehend beschrieben wurde, wird dann, wenn die Ausführung der VSC-Steuerung oder TRC-Steuerung in dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels voraus-

gesagt wird, der Hauptzylinderdruck  $P_{MC}$  durch Erzielen des Bremskraftverstärkeraufladezustands erhöht. Auf diese Art und Weise, kann gemäß dem System des vorliegenden Ausführungsbeispiels die unter Druck stehende Bremsflüssigkeit während der Ausführung der VSC-Steuerung oder der TRC-Steuerung an die Einlässe der vorderen Pumpe 164 und der hinteren Pumpe 170 geliefert werden.

In dem System gemäß Fig. 1 arbeitet der Motor 10 in einem stöchiometrischen Verbrennungsmodus und einem Schichtladeverbrennungsmodus in Abhängigkeit von seiner Belastung. In dem stöchiometrischen Verbrennungsmodus wird eine stöchiometrische Verbrennung in der Verbrennungskammer 18 durch Ändern der Drosselklappenöffnung SC auf der Basis der Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC erzielt, so daß das Luftvolumen, das in die Verbrennungskammer 18 geliefert wird, in Abhängigkeit von der Beschleunigungsoffnung AC gesteuert wird. In dem Schichtladeverbrennungsmodus wird eine Schichtladungsverbrennung in der Verbrennungskammer 18 erzielt, indem die Drosselklappe 34 vollständig geöffnet wird, so daß ein großes Luftvolumen in die Verbrennungskammer 18 geliefert wird, und indem eine Kraftstoffmenge während den Kompressionshuben des Motors 10 eingespritzt wird, die der Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC entspricht.

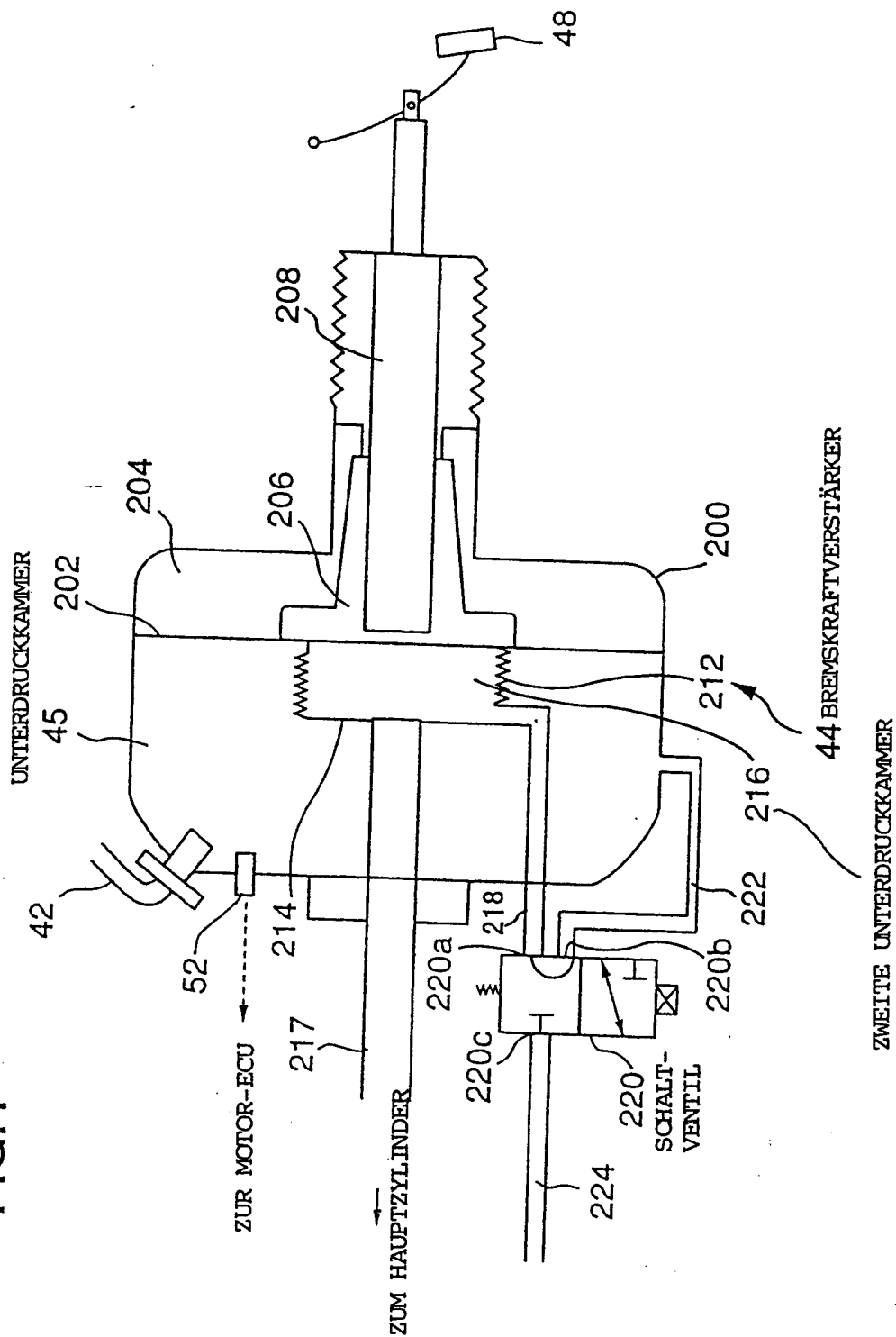
Gemäß dem Schichtladungsverbrennungsmodus wird eine Kraftstoffeinsparung verbessert, weil ein größeres Luft-Kraftstoffverhältnis in der Verbrennungskammer 18 erzielt wird, im Vergleich zu einem Fall des stöchiometrischen Verbrennungsmodus. Zusätzlich wird die Kraftstoffeinsparung im Schichtladungsverbrennungsmodus weiter verbessert, weil ein Pumpverlust des Motors 10 durch die Drosselklappe 34 reduziert wird, die vollständig geöffnet ist. Deshalb ist es aus der Sicht einer Verbesserung der Kraftstoffeinsparung wünschenswert, den Motor 10 im Schichtladungsverbrennungsmodus zu betreiben.

Wenn jedoch eine Last des Motors 10 (das heißt die Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC) erhöht wird, wird eine Menge an von der Kraftstoffeinspritzdüse 20 eingespritztem Kraftstoff groß. In diesem Fall kann die Schichtladungsverbrennung nicht länger realisiert werden, wenn die Einspritzmenge einen bestimmten Wert überschreitet, weil ein Luftvolumen, das an das Ansaugrohr 32 geliefert wird, (das heißt ein spezifisches Volumen an Ansaugluft Q) im Vergleich zur Einspritzmenge zu gering wird, sogar wenn die Drosselklappe 34 vollständig geöffnet ist.

Aus den oben genannten Gründen berechnet die Motor-ECU 12 die Einspritzmenge auf der Basis der Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC und stellt fest, ob die Schichtladungsverbrennung mit der berechneten Einspritzmenge durchgeführt werden kann oder nicht. Wenn festgestellt wird, daß die Schichtladungsverbrennung durchgeführt werden kann, veranlaßt die Motor-ECU 12 den Schichtladungsverbrennungsmodus durch vollständiges Öffnen der Drosselklappe 34 und durch Steuern der Einspritzdüse 20, so daß diese eine Kraftstoffmenge während den Kompressionshuben des Motors 10 einspritzt, die der Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC entspricht. Wenn andererseits festgestellt wird, daß die Schichtladungsverbrennung nicht durchgeführt werden kann, veranlaßt die Motor-ECU 12, daß der stöchiometrische Verbrennungsmodus durchgeführt wird, in dem die Drosselklappenöffnung SC auf einen Wert eingestellt wird, der einer Beschleunigungseinrichtungsoffnung AC entspricht, und in dem die Einspritzdüse 20 so gesteuert wird, daß eine Kraftstoffmenge während den Ansaughuben des Motors 10 eingespritzt wird, die der Drosselklappenöffnung SC entspricht.

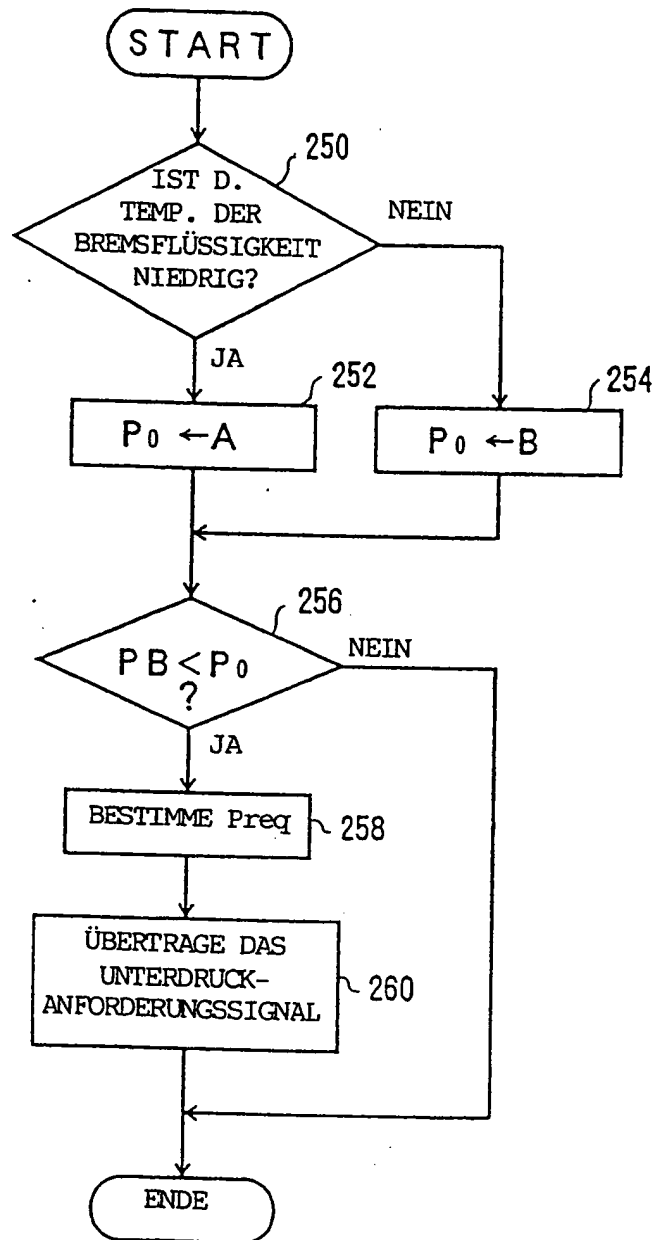
Wie vorstehend beschrieben wurde, ist im Schichtladungsverbrennungsmodus die Drosselklappe 34 vollständig

FIG.4





# FIG. 5



## FIG. 6

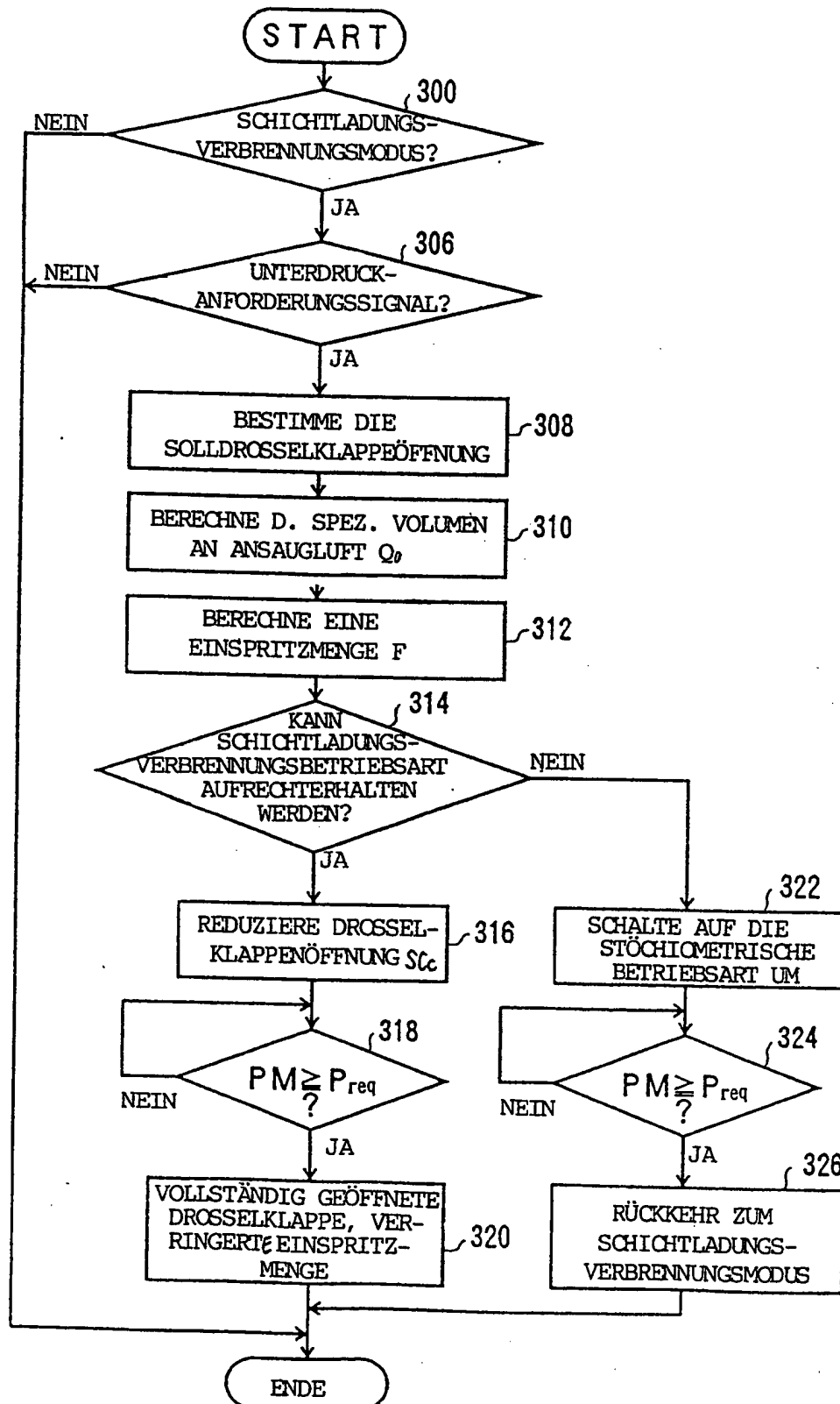
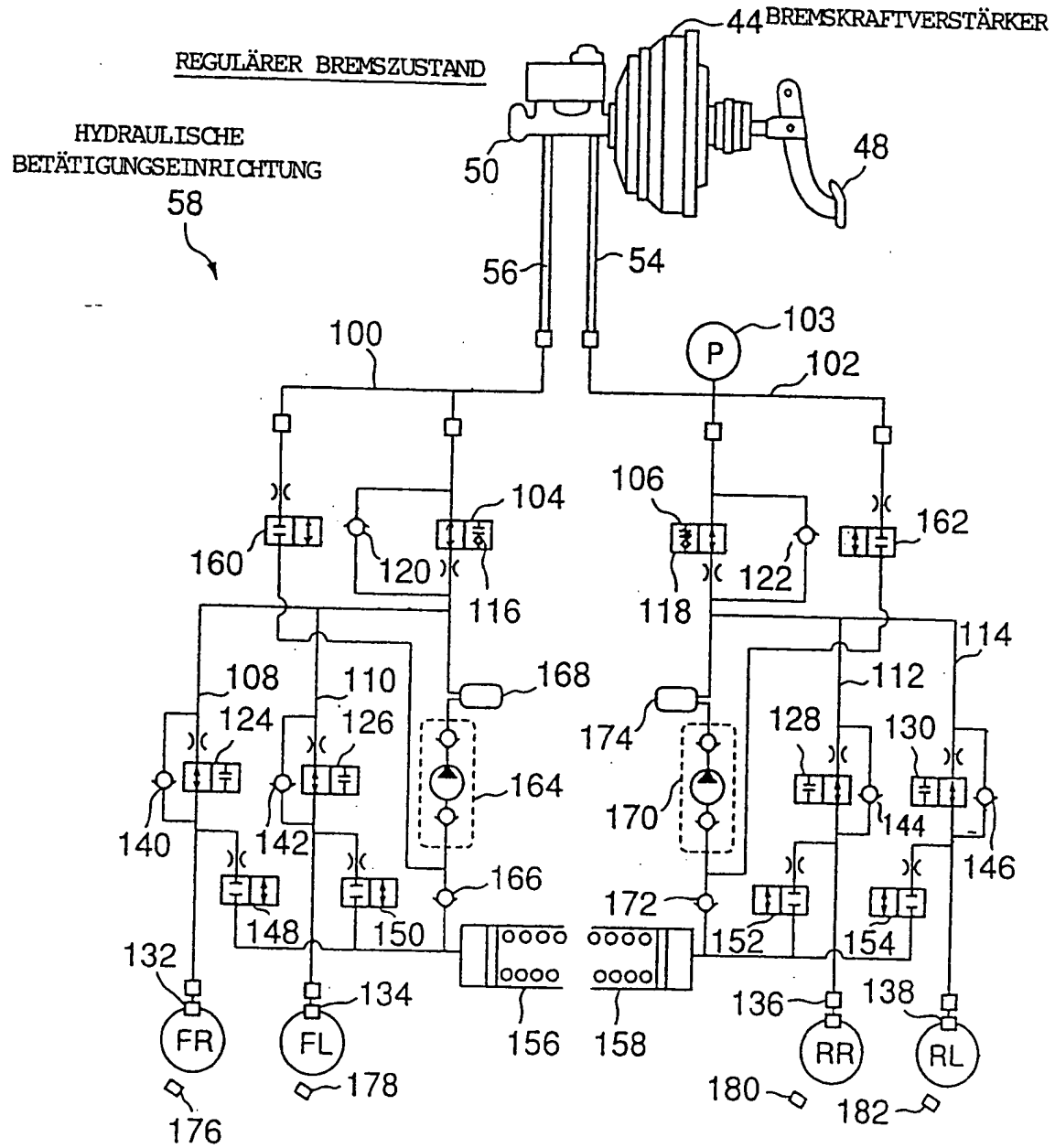


FIG.2



**FIG. 1**

